

PAT-NO: JP408116125A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08116125 A

TITLE: SURFACE EMITTING LASER

PUBN-DATE: May 7, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIKAWA, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NEC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP06247926

APPL-DATE: October 13, 1994

INT-CL (IPC): H01S003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To control the direction of the polarized light of a vertical resonator- type surface emitting laser so as to be well-ordered.

CONSTITUTION: A post-shaped anode-side semiconductor multilayer reflection film 2 is tilted. A reflection on a side face depends on polarized light, and the reflection factor of polarized waves which are parallel to a slope is high. As a result, it is possible to obtain polarized light which is parallel to the slope. In addition, when a cross-sectional shape is formed as a rectangle, the loss of polarized waves perpendicular to a long side is large on the side of the long side. As a result, it is possible to obtain polarized light perpendicular to the long side.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-116125

(43) 公開日 平成8年(1996)5月7日

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H01S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-247926

(22) 出願日 平成6年(1994)10月13日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 吉川 隆士

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

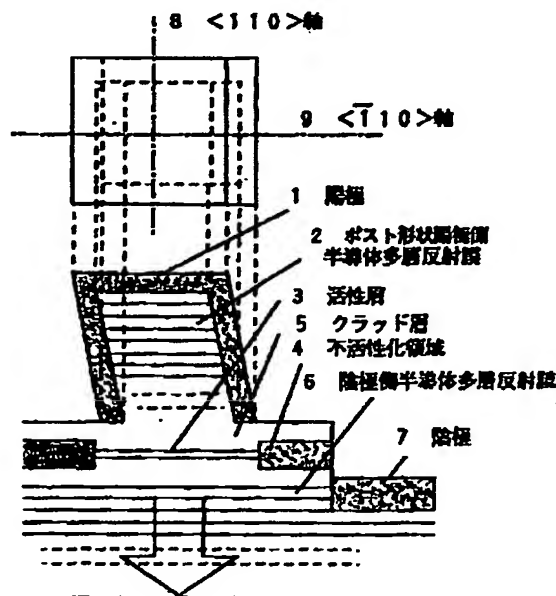
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 面発光レーザ

(57) 【要約】

【目的】 垂直共振器型面発光レーザの偏光の向きを制御して揃える。

【構成】 ホスト形状陽極側半導体多層反射膜2を傾斜させる。側面での反射に偏光依存性があり、傾斜面に平行な偏波の反射率が高いために、傾斜面に平行な偏光が得られる。さらに断面形状を矩形にすると、長辺側での長辺に垂直な偏波のロスが大きいため、結果として長辺に垂直な偏光が得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ポスト構造を有する垂直共振器型面発光レーザーにおいて、ポストが活性層を含む面に対して傾斜していることを特徴とする面発光レーザー。

【請求項2】上記請求項1におけるレーザーで、ポストの断面形状が180°未満の回転について非対称であることを特徴とする面発光レーザー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体レーザーデバイスにおける面発光レーザーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】垂直共振器型の面発光レーザーは、特願平3-34754号にあるように上下2組の半導体多層反射膜で共振器を形成し、基板に対して垂直方向に光を出射するレーザーである。主な構成を図5に示す。InGaAs活性層3とGaAsクラッド層5からなる中間層をGaAs/AlAsの18組で構成される陰極側半導体多層反射膜6とGaAs/AlAs15組で構成される陽極側多層反射膜2ではさみ共振器を構成する。陽極側半導体多層反射膜2はエッチングによりポスト形状に加工され、ポスト直下以外の活性層はイオン注入により不活性化される。陽極と陰極の間に電流を流し発振させ、レーザー光は基板側から取り出す。この構成は屈折率導波型の一例であるが、他に利得導波型もあり、出射光の取り出し方、電流注入の方法など多くの方式が存在する。

【0003】一般にストライプ型のレーザーに較べて、出射角が狭い、縦モード間隔が大きい、アレーにしやすい等の特徴を持つ。一方、偏波に対しては、ストライプ型レーザーにおけるTE、TMモードの導波損及び反射率の差のような偏波決定要因が無いため、その向きは不確定である。現在、半導体レーザーを光源とする光通信等のシステムでは、偏波の方向に依存するビームスプリッタや偏光子などの使用が不可欠なので、面発光レーザーにおいても偏波を制御することが応用上極めて重要である。

【0004】垂直共振器型面発光レーザーにおいて偏波を制御しようとする試みはいくつか報告があるが大きく分けて2種類ある。ひとつは多層反射膜の反射率に異方性を持たせようという試みでジャパニーズ ジャーナル オブ アプライド フィジックス 30巻 L1015-40 L1017ページ(Japanese Journal of Applied Physics Vol. 30 PP. L1015-1017, 1991)に示されている。上部の半導体多層膜の側面のうち向かいあう2面のみを高反射率の金属で覆った例があるが完全な制御に至っていない。

【0005】もうひとつの方法は、活性層に異方的なストレスを与える方法でジャパニーズジャーナル オブ アプライド フィジックス 31巻 1389-1390ページ(Japanese Journal of

Applied Physics, 31, pp1389-1390, 1992)に示されている。基板を楕円に掘りこんで異方的なストレスを与えることで長軸に平行な偏光を得る。

【0006】またフォトニクス テクノロジー レターズ(IEEE Photonics Letters)6巻 40-42ページに示された方法も、電極のAuとその下のSiO<sub>2</sub>を異方的な形状とすることで、異方的なストレスが与えられ長軸に平行な偏光が得られたものと考えられる。

【0007】その他では特開平1-265584号公報にあるような、光出射部に矩形の高屈折率導波部を設け、その長辺に平行な偏光を通す試みがあるが、高屈折率導波部へ有効に光が閉じ込められるかは疑問で、それを用いた偏光制御効果もあまり強くないと考えられる。

【0008】また特開平4-242989号公報にあるように、異方形状を有する電極により、異方的な利得を与える利得閉じこめ型レーザーの一種の例があるが、利得導波型において、電極形状の変化により与えられる利得の異方性はあまり強くなく、それを利用した偏波制御効果も小さいと思われる。

【0009】また特開平4-144183号公報にある垂直共振器部分を異方的な形状にする試みも、共振器の断面形状を異方的にただけで、偏光に対して何らかの影響があるとは考えられず、公報中でも偏光制御の物理的な根拠に関しては何も触れずに、ただ長軸に平行な偏波が得られるとしている。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来例は、完全に偏光を制御しきれていないこと以外にも、以下の2点について問題がある。ひとつは素子の、光の導波方向に垂直な断面の径が大きく、横モードが単一ではない。多モードの場合、偏波は各モードで同じ向きとは限らないので、その偏波を正確に扱うのは困難であり、偏光の制御は単一モードが得られる程度の小さい素子で実現させる必要がある。

【0011】またこれらの例では数個の素子についてのデータしか示されていないが実際は同一基板上でも素子ごとにばらつきがあるので、少なくとも50素子程度についてその偏波の方向を調べる必要がある。

【0012】本発明は以上に述べた問題を解決するもので、偏光が正確に取り扱える単一横モードで発振する素子について、少なくとも50以上の素子の偏波方向を、ある一方向に揃えることがその課題である。

【0013】ただし評価は単一モードの素子で行う必要があるが、実際の本発明の効果は多モードの素子においても作用を有するものである。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明では以下の手段により上記の課題を解決する。

(1) ポスト構造を有する垂直共振器型面発光レーザにおいて、ポストを活性層を含む面に対して傾斜させる。

(2) 上記(1)においてさらに、ポストの断面形状が $180^\circ$ 未満の回転に関して対称でない形状とする。

【0015】

【作用】ポストを傾斜させると、共振器内を往復する光のポスト側面での反射が重要となる。この側面での反射は偏光の向きに依存しフレネルの公式に従う。フレネルの公式については、例えばマックス ボルンとエミル ウォルフ著、草川徹と横田英司訳の光学の原理 I (東海大学出版会、1988年第6刷) 61~73ページにあるように入射面に対して平行な偏波の方が入射面に垂直な偏波より反射率が高い。ただし屈折率3程度の半導体多層反射膜から屈折率1の空気への入射の場合傾斜角が小さいと全反射であるが、実際の側面は作製プロセスの途中で、例えばAlAs/GaAs層でのAlAs層のサイドエッチのような細かい凹凸があるので、完全な全反射とはならず上記の偏波依存性が現れるものと考えられる。結果として傾斜した側面に平行な方向の偏光が得られる。

【0016】さらにポストの断面形状が $180^\circ$ 未満の回転に対して非対称な形状の場合、ポストが傾斜したことによる側面からの光の逃げは長軸側で大きい。その結果長軸側で逃げ易い、長軸に平行な側面に垂直な偏波が減り、長軸に平行な偏光が現れる。

【0017】

【実施例】以下実施例を挙げて本発明の面発光レーザを説明する。

【0018】(実施例1) 請求項1の発明の実施例を示す。

【0019】図1に本発明の面発光レーザを示す。構造は上下2組の半導体多層反射膜で共振器を形成し、基板に対して垂直方向に光を出射するレーザである。上側の、陽極側半導体多層反射膜2は反応性イオンビームエッチングにより、ポスト形状に加工される。ポストの断面形状は $6\mu\text{m} \times 6\mu\text{m}$ の正方形である。このポストエッチングの際に基板を $20^\circ$ 傾斜させておくことで図1のような傾斜ポスト構造が作製される。

【0020】陽極1と陰極7から電流注入され活性層で発光した光は上下の半導体多層反射膜の間を往復し発振にいたる。その際、ポスト形状陽極側半導体多層反射膜2では側面から光が逃げる。特に傾斜側面ではその垂直方向の偏波の逃げが大きいので、発振するモードの偏光方向は傾斜面に平行、すなわち $<110>$ 軸に平行となる。偏光がこの傾斜面の方向にそろう主要因はこの側面での反射と考えられるが、多層膜中を斜めに進むことによる偏光、傾斜ポストによるストレスなども一因となっていると考えられるが原因の切り分け、特定は困難である。

【0021】図2に62個の素子について偏光の方向を

測定した結果をまとめたものを示す。全素子が直線偏光を示し、そのうち95%の素子が傾斜面に平行な方向に偏光しておりこれと異なる方向への偏光は5%で、ほぼ完全な偏光制御が実現した。

【0022】この実施例において断面は正方形であったが、円、六角形等でもかまわない。大きさも、正確な偏光評価ができるという意味では単一モードが得られる程度に小さい方が望ましいが、ただ偏光が揃うかどうかという点では多モードでもかまわず、従って大きさも限定されない。また、傾斜角度についても、発振効率との間で最適値が存在するが、偏光制御という点では特に制限はない。

【0023】(実施例2) 請求項2の発明の実施例を示す。

【0024】本発明を図3に示す。実施例1と異なるところはポストの断面形状が $6\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ の矩形であるところである。長辺が傾斜面となるように傾斜させた場合と短辺が傾斜面となるように傾斜させた場合の2方向の傾斜があるが、どちらの場合も長辺に平行な偏光が多く得られる。これは、偏光決定要因として長辺側で長辺に垂直な偏波の逃げが大きく結果として長辺に平行な偏光が得られるためと考えられる。図4に長辺が傾斜面となるように傾斜させた場合の64素子の偏光方向についてまとめたものを示す。長辺に垂直な偏光を示す素子はひとつもなく偏光制御が行えた。 $45^\circ$ 方向の偏光を示す素子があるのは、矩形のエッチングマスク作製時の光学露光で、矩形の角がとれてまろくなってしまったためと考えられる。

【0025】この実施例において断面形状は矩形であったが、楕円、ひし形、その他 $180^\circ$ 未満の回転に対して非対称であればかまわない。また大きさも実施例1同様、偏光評価の点では単一モードが得られる程度に小さいことが望ましいが、偏光制御という点では、特に大きさに制限は無い。

【0026】本実施例では単体の面発光レーザ構造を示したが、面発光レーザアレイ・マトリクス等の光集積素子に本発明を適用すれば、偏光のそろった集積素子が得られる。

【0027】

【発明の効果】偏光が制御された面発光レーザが歩留り良く得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】傾斜ポストを有する面発光レーザの構造を示す図。

【図2】傾斜ポスト面発光レーザにおける偏光の割合を示す図。

【図3】矩形断面傾斜ポスト面発光レーザの構造を示す図。

【図4】矩形断面傾斜ポスト面発光レーザにおける偏光の割合を示す図。

5

【図5】従来例の面発光レーザの構造を示す図。

【符号の説明】

- 1 陽極
- 2 ポスト形状陽極側半導体多層反射膜
- 3 活性層
- 4 イオン注入による不活性化領域
- 5 クラッド層

6

6 陰極側半導体多層反射膜

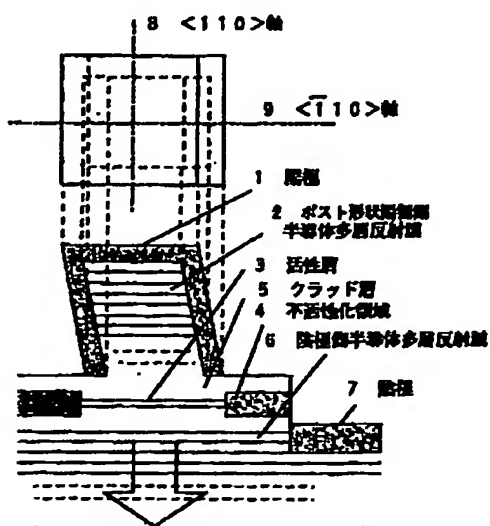
7 陰極

8  $\langle 110 \rangle$  軸9  $\langle -110 \rangle$  軸

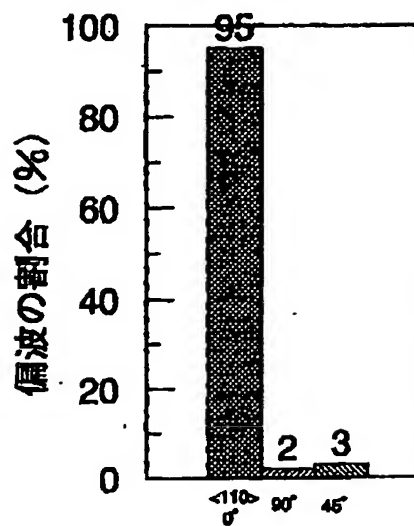
10 長辺

11 短辺

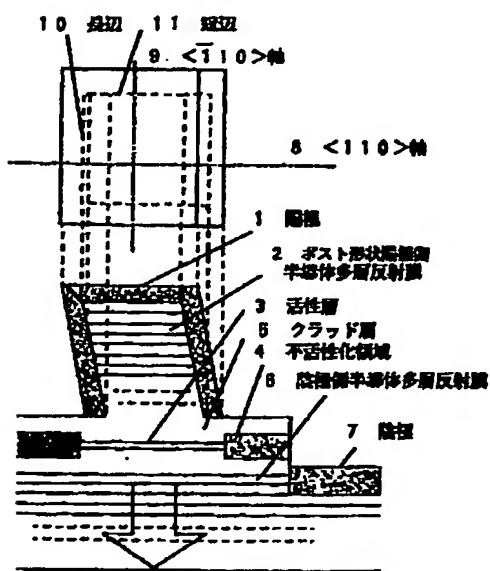
【図1】



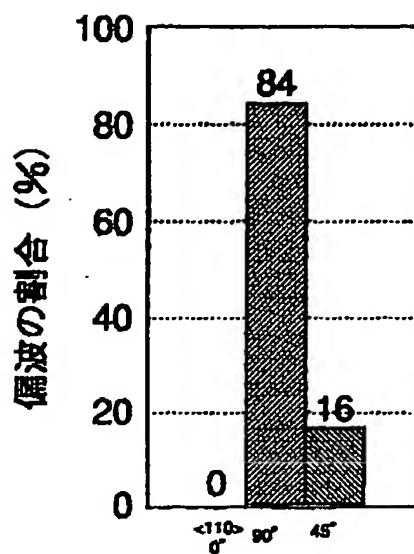
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

